

2. VAJA

Določanje entalpije raztapljanja

NAČRTOVANJE LABORATORIJSKE VAJE:

TEORETIČNE OSNOVE

Za pripravo raztopin potrebujemo topilo in topljenec. Pri raztapljanju gre za fizikalno spremembo, torej se spremeni le oblika snovi.

Spremembo entalpije, ko se en mol snovi raztopi v zelo veliki količini topila, imenujemo **entalpija raztapljanja**. Entalpijo raztapljanja izračunamo iz mrežne in hidratacijske entalpije. Hidratacijska entalpija je energija, ki se sprosti pri nastajanju hidratiziranega iona. Mrežna entalpija pa je energija, ki se porabi za pretrganje vezi v kristalu pri standardnih pogojih.

Eksotermno raztapljanje se pojavlja pri snoveh, ki imajo negativno entalpijo oz. $H_{\text{raz}} < 0$. V tem primeru se raztopina segreje.

Raztapljanje je **endotermno**, če se pri snoveh, ki imajo pozitivno entalpijo raztopina ohladi, torej je $H_{\text{raz}} > 0$.

Natrijev hidroksid nastane pri reakciji natrija z vodo in je zelo močna baza.

Natrijev hidroksid sem izbrala, ker je njegovo raztapljanje eksotermni proces, entalpija raztapljanja je $-44,5 \text{ kJ/mol}$. Topnost NaOH je $111 \text{ g}/100 \text{ mL}$ vode pri 20°C .

Kalijev klorid je sol sestavljena iz kalija in klora. Je brez vonja ter pojavlja se v beli ali prozorni barvi.

Kalijev klorid sem izbrala, ker je njegovo raztapljanje endotermni proces. Topnost KCl je $34,4 \text{ g}/100 \text{ mL}$ vode pri 20°C . Entalpija raztapljanja pri KCl je $+17 \text{ kJ/mol}$.

VARNOST

V laboratoriju ne uživamo jedi in pijač, dolge lase pa imamo spete v čop in oblečeno imamo haljo. Pri delu upoštevamo R in S stavke in upoštevamo varnostne oznake ter pazimo pri delu z nevarnimi kemikalijami. Po končanem delu si moramo umiti roke.

Kalijev klorid:

Zdravju škodljivo pri zaužitju. Draži oči, dihala ter kožo. Če pride v oči, takoj izprati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč.

Natrijev hidroksid:

Povzroča hude opekline. Hraniti izven dosega otrok. Če pride v oči, takoj izprati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč. Nositi primerno zaščitno obleko. Ob nezgodi ali slabšem počutju takoj poiskati zdravniško pomoč, po možnosti pokazati etiketo in embalažo.



POTREBUJEMO:

- 2 večji čaši (ki ju izoliramo)
- 2 plastična kozarca
- 2 papirčka
- stiropor
- precizno tehtnico
- žličko
- termometer
- štoparico
- folijo za pokrovček
- merilni valj
- 30 mL vode
- 3g natrijevega hidroksida (NaOH)
- 3g kalijevega klorida (KCl)
- 30 mL vode

POSTOPEK:

1. Najprej rabimo čašo, v katero damo plastični kozarec, tako, da ima posoda dvojno steno, med njiju pa damo stiropor za izolacijo.
2. V merilnem valju odmerimo 30 mL vode, ki jo nato zlijemo v pripravljeno posodo.
3. Na papirčku stehtamo 3g natrijevega hidroksida, ki ga dodamo z žličko, nato ga presipamo v posodo.
4. Posodo nato pokrijemo z aluminijasto folijo, na sredi pa naredimo luknjico. Skozi luknjico nato namestimo termometer. Posodo pa medtem še rahlo mešamo, tako da previdno krožimo s čašo.
5. Najprej izmerimo temperaturo vode. Vsake pol minute si zapišemo trenutno temperaturo, ki jo merimo dokler ne začne temperatura padati. Čas merimo s štoparico.
6. Nato spet na enak način kot prej pripravimo posodo.
7. Nato v merilnem valju odmerimo 30 mL vode, ki jo zlijemo v posodo.
8. Na papirček tokrat z žličko damo 3g kalijevega klorida, ki ga stehtamo na precizni tehtnici, na kar ga dodamo v posodo.
9. Zopet pokrijemo z aluminijasto folijo ter s termometrom najprej izmerimo temperaturo vode nato pa vsake pol minute odčitamo temperaturo s termometrom in spet mešamo tako, da krožimo s čašo.

IZVEDBA LABORATORIJSKE VAJE:

MERITVE IN OPAŽANJA

Natrijev hidroksid:

t (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
T(°C)	24,5	29,1	31,4	39,4	41,6	44,8	47,7	47,8

Temperaturo sem merila dokler ni začela padati, saj se je takrat raztopina prenehala raztapljati.

Pri raztapljanju natrijevega hidroksida opazimo, da se je temperatura višala, torej se je raztopina segrela, kar je bilo tudi občutiti tudi po končanem poskusu, saj se je kozarec segrel. To pa je pomenilo, da je potekalo eksotermno raztapljanje.

Kalijev klorid:

t (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5
T(°C)	24,5	20,1	19,4	19,3	19,2	19,0

Temperaturo sem merila, dokler se ni začela višati, kar je pomenilo konec raztapljanja.

Pri raztapljanju kalijevega klorida lahko opazimo, da se temperatura med raztapljanjem niža, torej se raztopina ohlaja in zato spada raztapljanje kalijevega klorida med endotermna raztapljanja.

RAČUN

Naša naloga je, da izračunamo entalpijo raztapljanja iz dobljenih podatkov. Entalpijo izračunamo po naslednji enačbi:

$$Q = m \times c_p \times \Delta T$$

$$\Delta H_{\text{raz}} = \frac{Q}{n}$$

Najprej izračunamo entalpijo raztapljanja za **natrijev hidroksid**:

Maso raztopine dobimo tako, da seštejemo maso vode in maso natrijevega hidroksida:

$$m = 3\text{g} + 30\text{g} = 33\text{g} = 0,033\text{ kg}$$

Nato še imamo podatek za specifično toploto, ki se sprosti, ko 1 kg snovi, v našem primeru voda, segrejemo za 1 K: $c_p = 4,2\text{ kJ/kgK}$

V tabeli lahko odčitamo temperaturo v določenem časovnem intervalu. Nas zanima sprememba temperature: $\Delta T = 47,8^\circ\text{C} - 24,5^\circ\text{C} = 320,8\text{ K} - 297,5\text{ K} = 23,3\text{ K}$

Račun:

$$Q = 0,033\text{ kg} \times 4,2\text{ kJ/kgK} \times 23,3\text{ K}$$

$$Q = \underline{3,2\text{ kJ}}$$

Molska masa natrijevega hidroksida: $M(\text{NaOH}) = 40\text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3\text{g}}{40\text{ g/mol}} = \underline{0,075\text{ mol}}$$

Sedaj pa uporabimo enačbo: $\Delta H_{\text{raz}} = \frac{Q}{n}$

$$\Delta H_{\text{raz}} = \frac{3,2\text{ kJ}}{0,075\text{ mol}} = \underline{42,7\text{ kJ/mol}}$$

Ker je raztapljanje natrijevega hidroksida eksotermen proces, ima negativen predznak, saj je $H_{\text{raz}} < 0$. Zato je entalpija raztapljanja za NaOH $-42,7\text{ kJ/mol}$.

Podatek za entalpijo raztapljanja pri natrijevem hidroksidu je $\Delta H_{\text{raz}} = \underline{-44,5\text{ kJ/mol}}$.

Opazimo lahko, da je prišlo do manjšega odstopanja, saj se rezultat in podatek za entalpijo razlikujeta za $1,8\text{ kJ/mol}$, kar predstavlja 4%.

Sedaj izračunamo po isti enačbi še entalpijo raztapljanja za **kalijev klorid**.

Potrebujemo maso raztopine, ki jo dobimo tako, da seštejemo maso kalijevega klorida in maso vode: $m = 3\text{g} + 30\text{g} = 33\text{g} = 0,033\text{ kg}$

Nato še imamo podatek za specifično toploto, ki se sprosti, ko 1 kg snovi, v našem primeru voda, segrejemo za 1 K: $c_p = 4,2\text{ kJ/kgK}$

Pri poskusu smo merili temperaturo, zato lahko sedaj izračunamo spremembo temperature:

$$\Delta T = 24,5^\circ\text{C} - 19^\circ\text{C} = 297,5\text{ K} - 292\text{ K} = 5,5\text{ K}$$

Iz vseh teh podatkov pa lahko izračunamo entalpijo raztapljanja.

Račun:

$$Q = 0,033\text{ kg} \times 4,2\text{ kJ/kgK} \times 5,5\text{ K}$$

$$Q = \underline{0,76\text{ kJ}}$$

Sedaj pa uporabimo enačbo : $\Delta H_{\text{raz}} = \frac{Q}{n}$

Molska masa kalijevega: $M(\text{KCl}) = 74\text{ g/mol}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3\text{ g}}{74\text{ g/mol}} = \underline{0,041\text{ mol}}$$

$$\Delta H_{\text{raz}} = \frac{0,76\text{ kJ}}{0,041\text{ mol}} = \underline{18,5\text{ kJ/mol}}$$

V tabeli v učbeniku lahko zasledimo podatek o entalpiji raztapljanja za KCl: $\Delta H_{\text{raz}} = +17\text{ kJ/mol}$.

Kot vidimo je prišlo do odstopanja, saj je razlika med izračunano entalpijo in podatkom za entalpijo 1,5 kJ/mol, kar predstavlja 8,8%.

ZAKLJUČEK

Če primerjamo rezultate, lahko opazimo, da se razlikujejo od podatkov iz učbenika. Vzrokov za to je več. Velika verjetnost je, da sem bila pri tehtanju in odčitavanju nenatančna. Ko sem s termometrom prelučnjala folijo, ki je služila za izolacijo, se je med mešanjem naredila večja luknja, kar je povzročilo slabšo izolacijo, zato se je temperatura začela pred ohlajati oziroma prej segrevati. Verjetno je bila tudi čaša preslabo izolirana.

Pri poskusu smo se morali najprej odločiti, katero raztopino bomo uporabili pri čemer smo imeli dokaj pester izbor, vendar smo morali paziti na to, da entalpija ni bila premajhna, saj ne bi bilo dovolj velike temperaturne spremembe. Ker v laboratoriju niso imeli raztopin, ki sem jih na začetku predvidevala, sem morala zamenjati raztopine. Ko sem na koncu izračunan podatek primerjala s podatkom iz učbenika, sem ugotovila, da rezultata nista enaka, za kar sem nato iskala vzroke. Vaja mi je tudi prišla prav pri utrjevanju snovi.